

中学校における天体観測用カメラの設置と活用

佐藤 瑞希¹, 高田 淑子²

¹利府町立利府中学校, ²宮城教育大学

天文分野において天体の継続的な観測は、基礎的な技能であり、天体や地球の自転・公転などの仕組みを理解するために必要な学習である。しかし、観測機材や設備の不足、授業時間の制約、観測する地域の事情などにより、天体観測の継続的な実施が困難である学校も多く、天文学習の課題として以前から指摘されている。学習指導要領ではPISA[1]やTIMSS[2]の結果を受けて、観察・実験を重視する改訂となった。天文分野においても、年間を通じた継続的な天体観測が望ましいとされている。本研究では、定点観測機器を校内に設置し、継続的に星空の様子を撮影できるシステムを開発した。この映像を教材化することで、生徒は日常的に目にする景色を背景に、天体のようすを観察することができる。これにより、生徒の実感の伴った天体の運動の理解を促す可能性と教材の有用性について考察する。

キーワード: 天文学習, 天体観測, 定点観測, 学習の系統性, 学習の連続性

1. はじめに

ライブカメラによる天体観測の教材は、宮城教育大学の惑星科学研究室において齋藤[3]、門脇[4]によって行われてきた。齋藤は定点観測として日周運動ライブ配信システム「ぜんてん」と定点気象観測システム「てんきとり」を開発、門脇は夜間用全天カメラの開発を実施した。これらはインターネットを介して配信を行っており、閲覧が可能である。

理科の学習で天文分野は、時間的・空間的にスケールの大きい変化の中にある概念を扱い、複雑な現象を総合的に捉えて規則性を見出していくことが特徴にある。このため、児童・生徒が学習でつまずきやすい内容の一つとされている。また、齋藤[3]は宮城県内の理科教員を対象にアンケートを実施し、特に地学分野において天体観測の実施率が低いことを明らかにしてきた。そして、地学分野における実験・観察実施の困難さは、学校の器材や設備の不足や観察が気象条件に左右されることに要因があると推察している。これらのことから、天文分野の学習においては、次の点に課題があると考えられる。

- ① 小学校での理解が不十分なまま、中学校の学習に入る生徒が多くいる。
- ② 時間的・空間的にスケールの大きい変化の中にある概念の拡充・転換には時間がかかる。

- ③ 継続的観察や資料収集を行って学習する授業が少ない。
- ④ 日常的に見てはいるものの、科学的な視点で観てはいたために、現象をとらえることが難しい。
- ⑤ 事象について繰り返し学習したり、学んだことを活用したりする機会が少なく、知識の定着を図ることが難しい。

本研究では、特に③や⑤の課題を取り上げ、これらを改善していくことをねらいとしている。このため、授業では学習展開の中に振り返りや繰り返しの場面を導入し、考えさせる場面を多く持たせることや段階的に深めていく課題を設定することで課題の解決を図る。そこで、継続的な天体観測をおこなうため、校内に天体観測用定点カメラを設置した。この機器から取り出した動画を編集し、学習の振り返りをさせる教材を作成した。本研究では、この教材を継続的な天体観測の資料としてだけでなく、事象の前後を比較し、観測を振り返る教材として位置づけ、生徒が住む地域で撮った映像が実際の観測の時の指針となり、実感を伴った理解を促すことをねらいとしている。

2. 教材の作成

天体に関する学習は、小学校では第4学年の単元「夏の星」「冬の星」「月や星の動き」と第6学年の単元

「太陽と月の形」で行われている。また、中学校では第3学年において「地球と宇宙」の単元で取り扱われている。天体観測は小学校、中学校で繰り返し学習するが、特に中学校では一年を通じて継続的に観察することが望ましいとされている。このため、定点観測カメラを設置するにあたり、次の点に重点を置き、教材を作成した。

1. 小学校4年生で学習する星の明るさや色の違いが映像で分かること。
2. 動画には普段見慣れた町の建物や山を入れ、児童生徒が自宅で観察する際の目印にすること。
3. 継続的に撮影することができ、振り返りながら何度も見ることが出来ること。

1については、高感度 CCD カメラを使うことで1等星から4等星程度の恒星をカラーで撮影することができた。これにより、裸眼では確認しにくい恒星の色の違いを確認することができる。2については、学校の屋上を利用することで、どの生徒も目にしたことがある景色や建物を動画に入れることができた。これを目印とし、実際の観測と関連付けて学習することができる。3については、録画用のビデオエンコーダーを校内の LAN に接続することで、連続的に撮影し、任意のタイミングで動画を取り出すシステムを構築した。

2.1 機器の概要

本システムを構成する機器の概要を以下に示す。

①南側 CCD カメラ:Mintron MTV-63V6HN

東・西側 CCD カメラ:Vixen C0014-3M

②レンズ:FUJINON YV2.4×2.5A-SA2L

焦点距離:2.5mm-6mm

画角:水平:広角 110° 11′ 望遠 46° 11′

垂直:広角 80° 58′ 望遠 34° 34′

対角:広角 141° 36′ 望遠 57° 53′

現在は広角にし、空を見上げた時と同様の見え方で映像を再現可能とした。

③防犯カメラ用ハウジング

カメラの格納には防犯カメラ用のハウジングを利用した。屋外用防犯カメラハウジングは、耐寒・耐熱に優れ、外気温を感知して 30℃～40℃で冷却

ファンが作動し、5℃～15℃で曇り止めヒーターが作動する。現在まで半年間連続稼働しているが、カメラ等の機器に不具合は見つかっていない。

⑤ビデオエンコーダー:AXIS M7014

ビデオエンコーダーとは、カメラで撮影したアナログビデオ信号をデジタル信号に変換し、LAN、イントラネット、インターネットなどの IP ネットワーク上でデジタル画像を直接送信する機器である。これを校内の LAN に接続することで、職員室から4階に設置してあるエンコーダーにアクセスし、動画や静止画を取得することができる。また、ライブ映像を閲覧することも可能である。動画の録画には microSD カード(32GB)を使用した。

2.2 カメラの設定

CCD カメラで星空を撮影するため、カメラの設定をした。以下には撮影に最適な設定を示す。

設定項目	設定	状態・補足
WHITE BAL [ホワイトバランス]	ATW [オートラッキング ホワイトバランス]	光源状況が変わっても自動的に色温度を追従し、正しいホワイトバランスを維持する
ALC / AES [露出制御]	AES [オートエレクトリックシャッター]	入射光の変化に対し、映像出力を一定に保つ
AGC [オートゲインコントロール]	ON	入射光の変化に対して信号飽和を防ぐために自動的にゲイン(ISO感度)をコントロールする
SENSE UP [フレーム蓄積枚数]	Mintron× 128 Vixen×256	複数のフレームを蓄積して露出を伸ばす機能 数値は蓄積する枚数 カメラの製品により蓄積できる枚数は異なる。
DAY/NIGHT [昼間・夜間モード]	DAY	明るさが充分得られる状況でカラー映像が出力

2.3 カメラの設置

カメラはハウジング内に格納(図1)し、コンクリートブロックで固定(図2)した。これにより、向きと角度の調節を出来るようにした。今回は東、南、西側に設置したが、角度を変えれば北側の天頂付近の撮影も可能である。カメラは屋上(図3. 1-3)に置き、校舎や街並みが入る角度を調節した。録画用のビデオエンコーダーは4階の美術室に設置し、有線の LAN で職員室から操作できるように配線した(図4)。

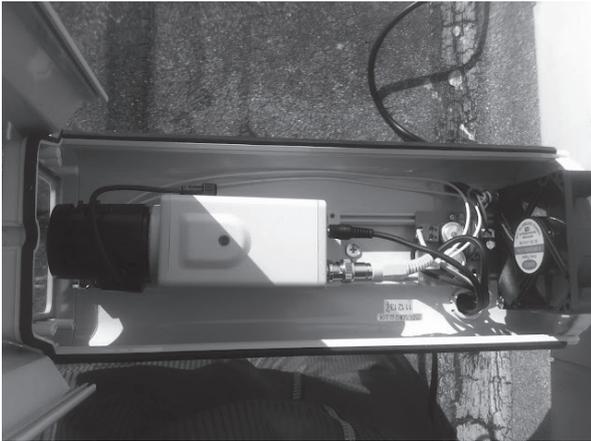


図1 カメラハウジングの内部



図2 ブロックで固定したカメラハウジング



図3. 1 屋上カメラからの景色(東側)



図3. 2 屋上カメラからの景色(南側)



図3. 3 屋上カメラからの景色(西側)

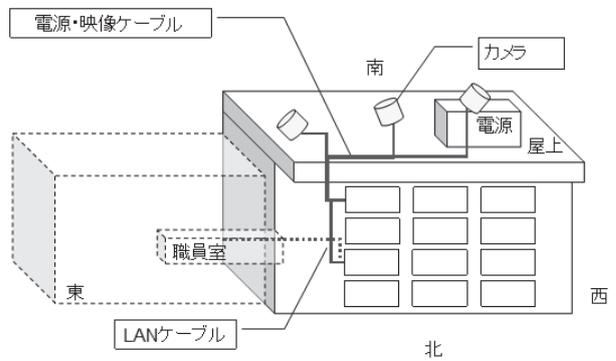


図4 配線の概要

2.4 ビデオエンコーダーの設置

3台のカメラはビデオエンコーダーに接続(図5)している。ビデオエンコーダーでは撮影中の動画をストリーミングで見ることができ、校内の LAN を介して録画・静止画の撮影・動画のダウンロードなどをおこなうことができる。また、ルーターを開放すれば外部から操作可能である。現在は三方向の空の様子を一日中記録し、microSD カードに記録している。



図5 設置したビデオエンコーダー



図7 YOUTUBE に公開した動画のキャプチャ画像

2.5 動画の処理

撮影した動画は mkv という拡張子の動画で保存されている。mpg のように一般的な動画でも保存可能であるが、ファイルサイズが大きいため連続した撮影をするには不都合が多い。mkv の動画は H.264 の形式で圧縮しているため、三方向の動画を一日中録画しても約 1.5GB 程度で記録することができる。ここから、午後 6 時から午前 4 時までの動画をコピー・結合して保存(ファイルの容量1方向あたり 200MB～400MB)している。図6は東の空を撮影した動画の1コマである。一日の保存時間を 10 時間としたのは、YOUTUBE で公開(同サイトは最大で 11 時間の動画の公開が可能である)をするためである。YOUTUBE にアップロードをすると、図7(図6と同日同時刻)のように動画は劣化し、色の違いは見分けられなくなるが、星座の位置の変化は確認可能である。



図6 東の空の動画のキャプチャ画像

3. 授業での活用

年間指導計画では、3年生の単元4「地球と宇宙」を21時間で設定している。このうち、星座の動きや配置に関わる単元は2章の「地球の運動と天体の動き」である。以下に今年度実施した指導計画を示す。

表1 第2章「地球の運動と天体の動き」指導計画

時数	学習内容	教材
1	導入 星座の観察	定点観測動画、TV、iPad
2	天球と方位・時刻	プリント
3	太陽の一日の動き	PC、TV、シミュレーションソフト
4	星の一日の動き	定点観測動画、TV、iPad
5	星の一年の動き	PC、TV、シミュレーションソフト 星座早見盤
6	地球の公転と星座	PC、WEB カメラ、模造紙
7	季節の変化と地軸の傾き	地球儀 白熱電球 スチロール球
8	季節による昼と夜の時間の長さの変化	PC、TV、シミュレーションソフト、サーモテープ
9	南中高度の求め方	

まず、1時間目の導入に定点観測動画を用いた。ここでは、既習事項(恒星の明るさや色の違い)を振り返らせるため、前日の動画を見せて確認をさせた。生徒の中には、自分の住む地域からきれいな星空が見えることに驚いたり、自分の目で見てみたいと関心

を示したりする者もいた。方位の確認にも動画を用い、建物などの景色を手がかりに大まかな方位を確認させ、この時期に見られる星座について解説した。

4時間目の星の一日の動きを確認する場面では、動画の恒星の動きや移動した角度について考えさせた。TV に映した星空の中で目安となる星にシールを貼り、一定時間ごとの星の軌跡をシールで示していくことで、天体の一日の動きを確認させることができた。

今年度は金環日食やふたご座流星群など、天文関係の話題が豊富な年であったため、イベントがある前日に定点観測動画やシミュレーションソフトを活用して方角や目印の目安をつけさせ、自宅で観察できるよう支援した。また、見逃した生徒や光害が大きい地域に住む生徒には録画した動画(図8. 1-2)を見せて、補充することもできた。



図8. 1 ふたご座流星群 南の空



図8. 2 ふたご座流星群 西の空

4. 小中7年間における天文教育

理科の学習指導要領は、小学校3年生から7年間で児童生徒の科学に関する基本的概念を構築させるため、学習内容を系統的に構成している[5-10]。天文分野は、学習指導要領で「地球の周辺」という区分に分類されている。この学習では、生徒の時間的概念や空間的概念を形成し、相対的にとらえる見方や考え方を身につけさせることが目標である。

佐藤[11]は、7年間の理科教育を小中の接続という観点で整理し、科学的思考力の育成と関連付けた指導計画を作成した。そしてこれを基にした学習に連続性を持った指導について提案をしている。科学的な概念や事物を相対的にとらえる見方や考え方は長期的な視点で指導にあたりたい。

小学校4年生は星座早見盤を活用して天体観測をおこない、星の明るさや色の違い、季節の星座などについて学習する。その後、6年生では太陽や月について学習し、中学校では3年生で天体を取り扱っている。天体観測をする機会は小学校4年生と中学校3年生であり、学習時期が離れているために内容を振り返るためには教材の工夫が必要である。

今年度実施した中学校3年生の授業では、生徒に星座早見盤を作成させ、星空の見方から復習した。星座早見盤の作成には星座早見盤工房(図9)[12]というソフトウェアを使用した。このソフトウェアは利府町の緯度・経度に合わせた早見盤を作成することができ、生徒が住む地域の星空を観察する際に活用できる。

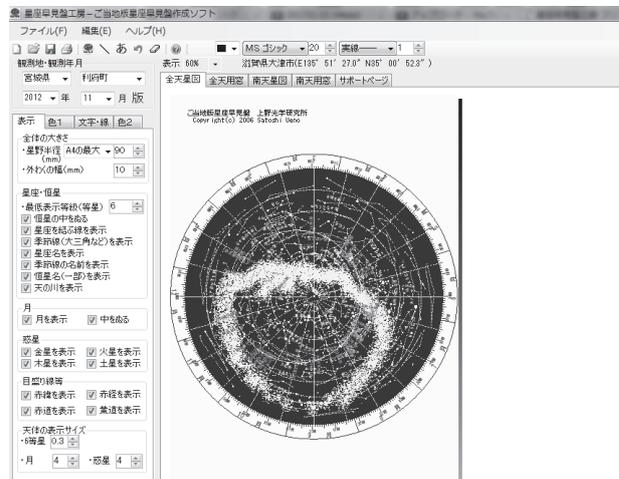


図9 ソフトウェア 星座早見盤工房[12]

今後は定点観測した動画をインターネット上に公開し教材の共有化を図ることも検討している。小学校と中学校で同じ教材を用いることで、学習に連続性をもたせることも必要であると考える。

5. 参考文献

- [1]PISA OECD 生徒の学習到達度調査(2009)
http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/detail/_icsFiles/afiedfile/2010/12/07/1284443_01.pdf
- [2]TIMSS IEA 国際数学・理科教育動向調査(2007)
<http://www.nier.go.jp/timss/2007/index.html>
- [3]齋藤弘一郎:天文・気象分野における定点観測教材の開発と実践, 宮城教育大学理科教育専修修士論文, (2009)
- [4]門脇 駿:星空ライブカメラによるリアルタイム天体観察システムの開発, 宮城教育大学卒業論文, (2010)
- [5]文部省, 中学校学習指導要領,
- [6]文部科学省, 中学校学習指導要領解説 理科編,
http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afiedfile/2011/01/05/1234912_006.pdf
- [7]新しい科学3年, pp.142-191, 東京書籍(2012)
- [8]みんなと学ぶ小学校理科4年, pp.58-79, 学校図書, (2012)
- [9]新しい理科4, pp.60-77, 東京書籍(2012)
- [10]中学校平成24-27年度用年間指導計画作成資料, 東京書籍, (2012)
<http://ten.tokyo-shoseki.co.jp/downloadfr1/htm/jrc86885.htm>
- [11]佐藤 瑞希:小中の接続を重視した理科教育のあり方, 宮城教育大学教職大学院リサーチペーパー, (2013)
- [12]星座早見盤工房
<http://www.geocities.jp/p451640/tongari2/hayami2.html>